

IAP20 Rec'd PCT/PTO 22 DEC 2005

1

## Beschreibung

Verfahren und Netzknoten zur Wegesuche in einem paketvermittelnden Kommunikationsnetz

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen Netzknoten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

- 10 Paketvermittelnde Kommunikationsnetze, wie beispielsweise ein Internet-Protokoll-Netz, kurz IP-Netz, übertragen elektronische Daten in Form von Paketen bzw. Pulsrahmen von einem Quell-Netzknoten zu einem Ziel-Netzknoten über verschiedene zwischenliegende Netzknoten des Kommunikationsnetzes. Jeder
- 15 Netzknoten des Kommunikationsnetzes kann die Funktion als Quell- oder Zielnetz-knoten für Datenpakete übernehmen. Die Netzknoten sind durch Verbindungen respektive Verbindungswege bzw. Links miteinander verbunden. Jedem dieser Netzknoten, wie Router, Switches, Gateways, Bridges, Netzelementen, etc.,
- 20 ist dabei mindestens eine Netzknotenadresse, z.B. eine IP-Adresse, zugewiesen.

- Die Netzknotenadressen, Topologieinformationen und weitere Daten werden über Routing-Protokolle, wie OSPF, RIP, BGP, IS-
- 25 IS, usw., an die Netzknoten des Kommunikationsnetzes verteilt. Die Informationen werden mit Hilfe sogenannter Protokoll Data Units, kurz PDUs, übertragen. Die PDUs enthalten, abhängig vom Routing-Protokoll, Informationen über den eigenen Netzknoten und den daran angeschlossenen Nachbarnetz-knoten. Dadurch hat jeder Netzknoten Informationen über die im
- 30 Kommunikationsnetz enthaltenen Netzknoten und deren Nachbarnetz-knoten, so dass jeder Netzknoten einen Netzplan des Kommunikationsnetzes daraus erstellen kann bzw. könnte. Durch Auswertung und Speicherung der in den Routing-Protokoll-PDUs
- 35 enthaltenen Informationen bzw. der ermittelten Netzsicht kann jeder Netzknoten anhand bekannter Protokolle bzw. Algorithmen jeweils Routen zu allen Netzknoten des Kommunikationsnetzes

BEST AVAILABLE COPY

berechnen und speichern. Routing-Protokolle, wie OSPF und IS-IS, haben dabei zwei Hauptfunktionen:

- 5       1. Protokoll zur Erkennung der Topologie bzw. zum Aufsam-  
          meln der zur Wegesuche benötigten Information.
2. Wegesuche und Abbilden der ausgewählten Wege in einer  
          Routing Tabelle, Forwarding Lookup Tabelle, Forwarding  
          Information Base bzw. Steuerungstabelle des Netzknoten.

- 10   Ein Algorithmus zur Berechnung von Routen bzw. Wegen zu einem  
      Netzknoten in einem Netz ist beispielsweise das shortest path  
      Wegesuch-Verfahren, das in den Routing-Protokollen OSPF und  
      IS-IS angewendet wird. Um dessen Beschränkung im Hinblick auf  
15   die sogenannte Quality of Service, kurz QoS, und Verfügbar-  
      keit zu umgehen, werden mittlerweile auch erweiterte Wege-  
      such-Verfahren vorgeschlagen, wie das Mehrwege- respektive  
      Multipath-Routing. Eine Art von Multipath-Routing ist das so-  
      genannte equal cost multipath Verfahren, kurz ECMP.
- 20   Je nach Netz-Topologie führt eines der verfügbaren Wegesuch-  
      Verfahren zu einer besseren Lösung.

- Die durch einen im Netzknoten implementierten Algorithmus er-  
mittelten Routen, Wege bzw. Routing-Wege zu einem Ziel-
- 25   Netzknoten bzw. zu einem an einem Netzknoten angeschlossenen  
      Ziel-System werden dabei in einer sogenannte Routing-Tabelle,  
      Forwarding Lookup Tabelle, Steuerungstabelle bzw. Forwarding  
      Information Base des Netzknotens abgespeichert. Diese enthält  
      die Netzknotenadresse des Ziel-Netzknotens bzw. Ziel-Systems,  
30   die Netzknotenadresse des zu diesem Ziel führenden Nachbar-  
      netzknotens und weitere Informationen.

- Eingehende Datenpakete mit einer Ziel-Netzknotenadresse kön-  
nen an Hand der Routing-Tabelle zum Ziel-Netzknoten weiterge-
- 35   leitet werden. Dabei wird die Ziel-Netzknotenadresse mit den  
      Einträgen in der Routing-Tabelle verglichen und bei Überein-

stimmung der Nachbarnetzknoten und das Interface ermittelt, über die das Paket zum Ziel-Netz-knoten übertragen wird.

Ein heutiger Router kann zur Bildung seiner Routing-Tabelle oder Forwarding Lookup Tabelle, nach der dann bei der Daten-paketweiterleitung für jedes Paket der next hop bestimmt wird, Ergebnisse aus den durch den Algorithmus ausgewerteten Routing-Informationen und durch manuell konfigurierte statische Routen heranziehen.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, die Routing-Wegfindung in einem Netzknoten eines paketvermittelnden Kommunikationsnetzes zu verbessern.

15 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch einen Netzknoten mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst.

20 Durch die Verwendung mindestens zweier bzw. mehrerer Wegesuchverfahren zu einem Netzknoten bzw. Ziel-System des Kommunikationsnetzes ist es möglich, unterschiedliche, der Netz-Topologie optimal angepasste Wegesuch-Strategien in einem Netzknoten bzw. Netz gleichzeitig als "Wegesuch-Baukasten" zu kombinieren. Der Vorteil besteht darin, eine der Topologie optimal angepasste Routing-Wegeführung zu ermöglichen. Zudem können die Beschränkungen eines im allgemeinen guten Wegesuchverfahrens durch die Kombination mit einem speziellen Wegesuchverfahren ausgeglichen werden.

25 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

30 Die Anwendung eines Mehrwege-Suchverfahrens und eines shortest path Suchverfahrens bzw. Algorithmus in einem Netzknoten eines Kommunikationsnetzes hat den Vorteil, dass in nicht vollständig mehrwegefähigen Kommunikationsnetzen neue Wegesuch-Strategien eingeführt werden können. Z.B. kann ein Netz bei der Einführung eines Mehrwege-Routing-Verfahrens mit der

4

Forderung nach mindestens zwei disjunkten Routing-Wegen topologische Einschränkungen besitzen, die ein durchgängiges Mehrwege-Routing mit zwei Routen verhindern. So lange diese Situation besteht, kann hier das Mehrwege-Verfahren mit dem  
5 shortest path Verfahren kombiniert werden.

Eine Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden beschrieben.

10 Dabei zeigt:

Figur 1 einen Ausschnitt aus einem Netzknoten zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

15 Figur 2 eine Variante eines Netzknotens nach Figur 1.

Die Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Netzknoten, der in einem aus mehreren Netzknoten bestehenden Kommunikationsnetz betrieben wird. Dargestellt ist eine Protokollauswerteeinrichtung P, der Routing-Protokoll PDUs anderer Netzknoten empfängt und diese auswertet. Die Protokollauswerteeinrichtung P führt die empfangenen Informationen einer Wegesucheinrichtung WSE zu, die diese Informationen aufteilt und mehreren Wegesuchverfahren WS1, ..., WSn zuführt. Die Wegesuchverfahren WS1, ..., WSn ermitteln jeweils mit unterschiedlichen Algorithmen bzw. aufgrund unterschiedlicher Algorithmen verschiedene Wege zu den Netzknoten, Ziel-Netzknoten bzw. den an den Netzknoten angeschlossenen Ziel-Systemen des Kommunikationsnetzes. Beispielsweise ermittelt das erste Wegesuchverfahren WS1 mit einem shortest-path Algorithmus, wie dem  
30 Dijkstra-Algorithmus, den kürzesten Weg zu den jeweiligen Netzknoten. Das zweite Wegesuchverfahren WS2 ermittelt mit einem Mehrwege- bzw. Multipath-Algorithmus eine Wegemenge zu einem jeweiligen Netzknoten. Ein drittes Wegesuchverfahren  
35 WS3 ermittelt durch einen weiteren Algorithmus, wie dem Bellman-Ford-Algorithmus, den kostengünstigsten, ausfallsicheren oder effektivsten Weg zu einem Netzknoten. Weitere Wege-

5

suchverfahren ermitteln analog Routing-Wege zu Netzknoten entsprechend vorgegebener Randbedingungen bzw. Algorithmen. Die von den Wegesuchverfahren WS<sub>1</sub>, ..., WS<sub>n</sub> ermittelten Routing-Wege werden einem Entscheider E zugeführt, der aus den 5 ermittelten Routing-Wege jeweils einen für den Netzknoten in der jeweiligen Netz-Topologie optimalen oder entsprechenden Kriterien genügenden Routing-Weg zu einem Netzknoten auswählt. Der ausgewählte Routing-Weg zu einem Ziel-Netzknoten wird vom Entscheider einer Forwarding Information Base FIB 10 respektive Routing-Tabelle oder Steuerungstabelle zugeführt, die diesen in eine Tabelle oder Datenbasis einträgt. An Hand der Forwarding Information Base FIB werden Datenpakete durch eine Routing-Einrichtung RE weitergeleitet bzw. geroutet. Dies erfolgt dadurch, dass zuerst die Ziel-Adresse eines emp- 15 fangenen Datenpaketes durch die Routing-Einrichtung RE ermittelt wird. Diese Ziel-Adresse wird von der Routing-Einrichtung RE an die Forwarding Information Base FIB übermittelt. Durch Vergleich der Ziel-Adresse mit gespeicherten Werten wird der Ausgang respektive das Interface, der Port 20 bzw. der Nachbarnetzknoten ermittelt, zu dem das Datenpaket gesendet werden muss, um zur Ziel-Adresse zu gelangen. Diese Information wird von der Forwarding Information Base FIB zur Routing-Einrichtung RE übertragen, die daraufhin das Datenpaket zum entsprechenden Netzknoten weiterleitet.

25 In einer Ausführung der Erfindung können die durch die verschiedenen Wegesuchverfahren ermittelten Routing-Wege bzw. Routen gemeinsam in die Forwarding Information Base FIB eingetragen, so dass mehrere, nach unterschiedlichen Verfahren 30 ermittelte Routen parallel in der Forwarding Information Base FIB eingetragen und gemeinsam aktiv sind.

Ebenfalls kann das in der jeweiligen Situation zu verwendende Wegesuchverfahren nach verschiedensten Kriterien ausgewählt 35 werden. So laufen mehrere Wegesuchverfahren nicht gleichzeitig ab, sondern es wird jeweils ein bestimmtes Wegesuchverfahren für einen bestimmten Netzknoten oder für einen be-

stimmt Ziel-Netzknoten verwendet. So kann je nach Eigenschaften des Netzknotens ein geeignetes Verfahren für die Routing-Wegeermittlung gewählt werden. Ebenso kann je nach Eigenschaften des Ziel-Netzknotens ein geeignetes Verfahren  
5 für die Routing-Wegeermittlung zu diesem Zielknoten ausgewählt und verwendet werden.

Es kann in einem Teil des Kommunikationsnetzes eine Mehrwege-Routing Verfahren verwendet werden und in einem anderen Teil  
10 des Kommunikationsnetzes ein shortest path Wegesuchverfahren verwendet werden. Ebenso können andere topologische Kriterien für die Wegesuche verwendet werden. Es lassen sich Routing-Wege durch Wegesuchverfahren bzw. entsprechende Algorithmen nach verschiedenen Kriterien wie Kosten, Redundanzanforderungen oder Qualität ermitteln.  
15

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem Netzknoten gemäß Figur 1, mit dem Unterschied, dass die von der Protokollauswerteeinrichtung P der Wegesucheinrichtung WSE zugeführten Informationen in der Wegesucheinrichtung WSE über eine erste  
20 Schaltvorrichtung S1 zu einem von mehreren möglichen Wegesuchverfahren WS1, ..., WSn führen. Die Ausgänge der Wegesuchverfahren WS1, ..., WSn sind über eine zweite Schaltvorrichtung S2 mit dem Eingang der Forwarding Information Base  
25 FIB verbunden. Die beiden Schaltvorrichtungen S1 und S2 werden parallel durch den Entscheider E gesteuert derart, dass die Informationen der Protokollauswerteeinrichtung P jeweils einem "ausgewählten" Wegesuchverfahren und die durch das ausgewählte Wegesuchverfahren ermittelten Routing-Wege der Forwarding Information Base FIB zugeführt werden.  
30 In diesem Fall wählt der automatisch oder manuell gesteuerte Entscheider E eines von mehreren im Netzknoten implementierten Wegesuchverfahren bzw. Algorithmen für die Routing-Wegfindung des Netzknotens aus.

35

In einer Ausgestaltung ermittelt jeder Netzknoten aufgrund der zwischen den Netzknoten durch Routing-Protokolle ausge-

tauschten Topologie-Informationen zunächst die Netzstruktur und analysiert diese. Anschließend ordnet er nach bestimmten vorgegebenen Kriterien bestimmten Ziel-Knoten, Netz-Abschnitten, Leitungen oder Adressbereichen ein entsprechendes Wegesuch-Verfahren zu. Die Ergebnisse der Wegesuche werden dann in der Forwarding Information Base FIB bzw. Routing-Tabelle eingetragen.

Der Entscheider für das optimale Wegesuchverfahren kann:

- 10 • manuell durch ein externes Managementsystem gesteuert sein, indem jedem Netzknoten manuell vorgegeben wird, welches Wegesuchverfahren oder Wegesuchergebnis er verwenden soll,
- nach vorgegebene Merkmalen oder Randbedingungen ein Wegesuchverfahren automatisch auswählen,
- 15 • nach vorgegebenen topologischen Merkmalen bzw. Gesichtspunkten die Ergebnisse einer Wegesuche verwenden
- pro Ziel-Netzknoten ein bestimmtes Wegesuchverfahren verwenden bzw. die Ergebnisse eines bestimmten Wegesuchverfahrens / Algorithmus verwenden oder
- 20 • nach anderen Kriterien auswählen.

Der Kern der Erfindung besteht darin, dass ein Netzknoten Routing-Wege nach mehreren Wegesuch-Verfahren bzw. Algorithmen ermitteln kann. Das kann dadurch erfolgen, dass aus den ausgetauschten Topologie-Informationen eines Routing-Protokolls durch mehrere Algorithmen bzw. Wegesuchverfahren parallel mehrere Routing-Wege ermittelt werden. Dies erfolgt unabhängig vom verwendeten Routing-Protokoll und diesem Protokoll zugeordneten Wegesuchverfahren. Das bedeutet, dass unabhängig vom verwendeten Routing Protokoll, wie OSPF, RIP, IS-IS, BGP, usw., mehrere Routing-Wege nach unterschiedlichen Algorithmen ermittelt werden. Es werden nur die Topologie-Informationen des eingesetzten Routing-Protokolls verwendet.

35 Ein durch bestimmte Kriterien gesteuerter Entscheider ermittelt dann die für den jeweiligen Zweck passenden Routing-Wege. Hierbei können auch mehrere Routing-Wege, wie Backup-

8

Routing-Wege, in die Forwarding Information Base FIB bzw.  
Routing-Tabelle eingetragen werden.

5 Ebenfalls kann abhängig vom Entscheider ein bestimmtes Wege-  
suchverfahren bzw. ein bestimmter Algorithmus aus einer Reihe  
verfügbarer Verfahren bzw. Algorithmen die Routing-Wege zu  
einem Ziel-Netzknoten für einen Netzknoten ermitteln.



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Wegesuche in einem mehrere Netzknoten aufweisenden paketvermittelnden Kommunikationsnetz, bei dem mindestens ein Netzknoten ein Zielnetzknoden ist und in mindestens einer Teilmenge der Netzknoten des Kommunikationsnetzes ein Wegesuchverfahren zu einem Zielnetzknoden betrieben wird, dessen Ergebnisse in einer Routing Tabelle gespeichert werden  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
10 dass in mindestens einem Netzknoten mindestens zwei unterschiedliche Wegesuchverfahren zu einem Zielnetzknoden angewendet werden und das Ergebnis mindestens eines der Wegesuchverfahren in der Routing-Tabelle gespeichert wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die in einem Netzknoten durch die Wegesuchverfahren ermittelten, zu einem Zielnetzknoden führenden Verbindungswege jeweils gespeichert werden, einem Entscheider zugeführt werden,  
20 den, der aus der Menge der durch die Wegesuchverfahren ermittelten, zu einem Zielnetzknoden führenden Verbindungswege einen Verbindungsweg auswählt und diesen Verbindungsweg in eine Routing-Tabelle / Steuerungstabelle des Netzknotens einträgt.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass als Wegesuchverfahren ein Shortest-Path-Wegesuchverfahren verwendet wird.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass als Wegesuchverfahren ein Multipath- respektive Mehrwegesuchverfahren verwendet wird.
- 35 5. Netzknoten eines mehrere Netzknoten aufweisenden paketvermittelnden Kommunikationsnetzes, bei dem mindestens ein Netzknoten ein Zielnetzknoden ist oder an mindestens einem Netz-

10

knoten ein Ziel-System angeschlossen ist und in mindestens einer Teilmenge der Netzknoten des Kommunikationsnetzes ein Algorithmus zur Wegesuche zu einem Ziel-Netzknoten oder Ziel-System gespeichert ist, dessen Wegesuch-Ergebnisse in einer

5 Routing-Tabelle gespeichert sind,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass in mindestens einem Netzknoten wenigstens zwei unterschiedliche Algorithmen zur Wegesuche gespeichert sind und dass in der Routing-Tabelle mindestens ein Ergebnis der Wegesuch-Algorithmen gespeichert ist.

10

6. Netzknoten nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass zu Auswahl der Ergebnisse der verschiedenen Algorithmen

15 zur Wegesuche ein Entscheider vorgesehen ist.

7. Netzknoten nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass durch einen Entscheider einer der verfügbaren Algorithmen zur Wegesuche auswählbar ist und dessen Ergebnisse in die

20 Routing-Tabelle eintragbar sind.

8. Netzknoten nach Anspruch 5, 6 oder 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
25 dass pro Ziel-Netzknoten oder Ziel-System einer der verfügbaren Algorithmen zur Wegesuche auswählbar ist und dessen Ergebnisse in die Routing-Tabelle eintragbar sind.

1/2

FIG 1

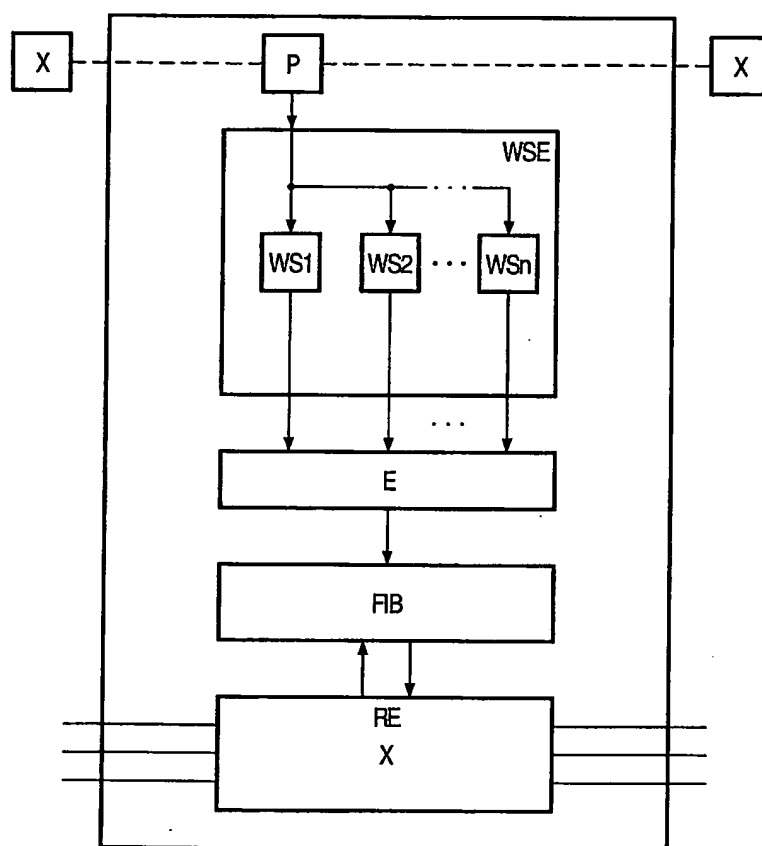
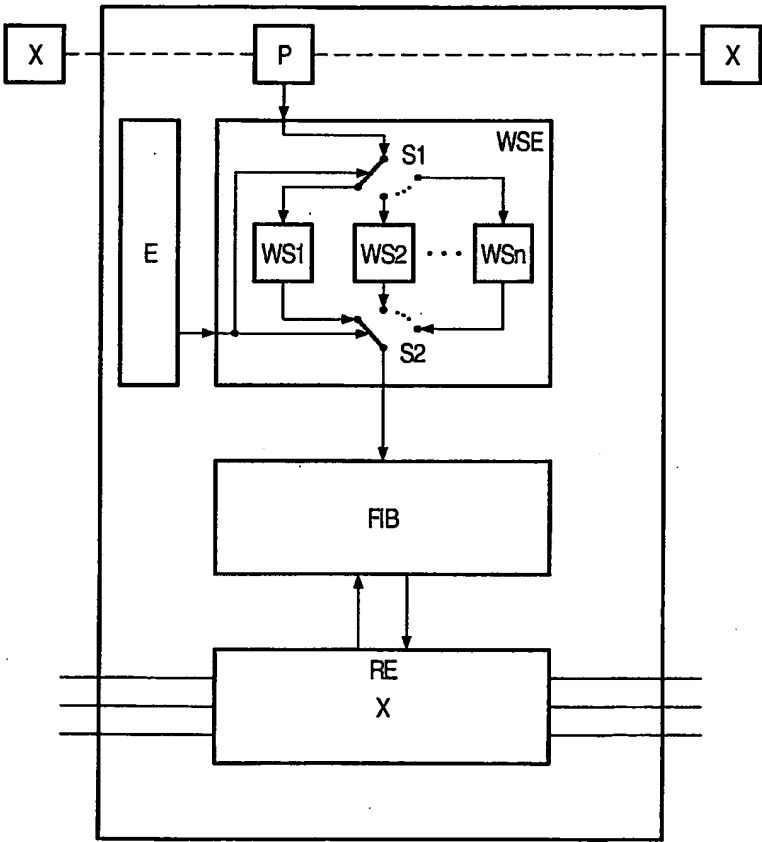


FIG 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**